

Règle à calculs à échelle repliée

modèle dit " Règle du Physicien "

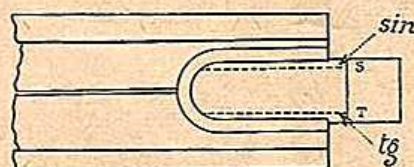
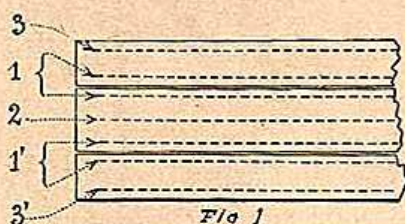
De nombreux modèles de règles, plus ou moins spécialisées, existent sur le marché. En général, les règles dites d'électricien, de mécanicien, d'architecte, etc., comportent quelques facilités relativement à l'usage particulier envisagé. Elles ont communément un grave défaut : elles ne sont pas précises.

La règle du physicien est une règle de précision. Elle est munie de nombreux repères et son curseur est organisé de telle manière qu'elle permet de réaliser la plupart des opérations possibles avec les règles spécialisées sans rien sacrifier à la précision.

Elle convient fort bien à tous les usages au laboratoire et à l'atelier d'essais. Aucune règle courante ne permet de réaliser les calculs élémentaires avec plus de précision. Elle est tout indiquée pour les élèves des lycées et écoles techniques. En même temps qu'ils acquerront un outil d'une réelle valeur mathématique, ils trouveront dans cette règle un auxiliaire précieux pour leur activité ultérieure, scientifique ou industrielle.

DESCRIPTION

Graduation. — La règle du physicien comporte, comme tout instrument de ce genre, une règle proprement dite et une réglette.



1° La règle et la réglette portent en regard une graduation proportionnelle aux logarithmes des nombres indiqués. Mais contrairement à l'usage, cette graduation a été amplifiée de telle manière que l'unité logarithmique occupe une longueur de 50 centimètres au lieu de 25. Il en résulte une plus grande finesse de lecture et une précision de calcul nettement accrue. Pour conserver à la règle ses dimensions normales, le principe de l'échelle repliée, dû à M. Lallemand, a été adopté. La graduation est scindée en deux et occupe les bords communs à la règle et à la réglette en haut et en bas (en haut, échelle 1, de 1 à 3,16 (1); en bas, échelle 1', de 3,16 à 10 (2). Le passage dans les calculs de l'une à l'autre échelle de graduation est facilité par un trait porté par le curseur (trait médian A) ;

2° L'échelle dite des carrés (échelle 2) occupe au milieu de la réglette la place d'une échelle des logarithmes dans les règles ordinaires, dont l'usage est fort restreint, sinon nul. Les échelles 1, 1' et 2 sont utilisées dans le calcul des carrés des nombres et de leurs racines carrées.

3° La règle porte aux extrémités supérieure et inférieure une graduation dite log. log. (échelles 3 et 3'). Cette graduation est destinée au calcul des exponentielles et des puissances quelconques. De ce fait, cette échelle permet en particulier tous les

(1) Prolongée pour la commodité des opérations en-deçà de 1 jusqu'à 0,98; au-delà de 3,16 jusqu'à 3,3.

(2) Prolongée en bas de 3,16 jusqu'à 3; au-delà de 10 jusqu'à 10,5.

calculs à la puissance 3 ou $1/3$ et a conduit à la suppression des échelles dites des cubes, d'un usage très restreint du reste;

4° Au dos de la réglette, figurent 2 échelles, sinus et tangentes (fig. 2), qui diffèrent des graduations des règles habituelles en ce que ces échelles sinus et tangentes, se rapportant aux échelles 1 et 1' sont amplifiées, repliées, et permettent une lecture plus précise.

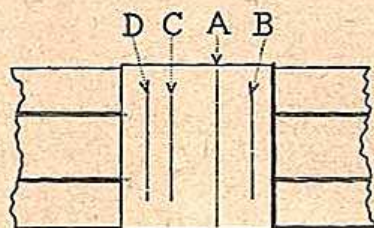


Fig 3

5° Le curseur (fig. 3) porte 4 traits : le trait médian A permettant des reports sur les échelles entre elles; les traits B et C dont l'intervalle vaut à l'échelle employée c soit $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$ et dont l'usage est expliqué ci-après; le trait D lequel avec B permet les transformations de kW en CV ($BD=1,36$);

6° La règle et la réglette portent de nombreux repères, utiles dans les calculs au laboratoire et dans l'industrie :

$$\sqrt{2} = 1,414$$

$$\pi = 3,1416$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

$$g = 9,81$$

$$o = \frac{360}{2 \pi}$$

$$J = 4,177$$

$$' = \frac{360 \times 60}{2 \pi}$$

$$\frac{1}{J} = 0,423$$

$$'' = \frac{360 \times 60 \times 60}{2 \pi}$$

Toutes les indications habituelles au dos de la règle, qui en font prohiber l'emploi dans les examens, ont été supprimées. Ces indications ont été remplacées par un plan des échelles et du curseur avec des renseignements suffisants pour l'emploi. De cette manière, l'usage de la règle est immédiat, même pour ceux qui ont égaré la présente notice.

PRINCIPE DE LA RÈGLE A CALCULS

Toute règle à calculs repose sur le principe de la substitution d'une addition graphique concrète à une addition algébrique abstraite.

Additionner 4 et 5 est une opération abstraite que l'on peut réaliser graphiquement au moyen de deux règles graduées de la même façon et coulissant l'une contre l'autre (fig. 4).

Il en est évidemment de même pour une soustraction (fig. 5).

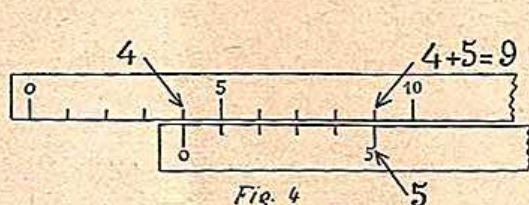


Fig. 4

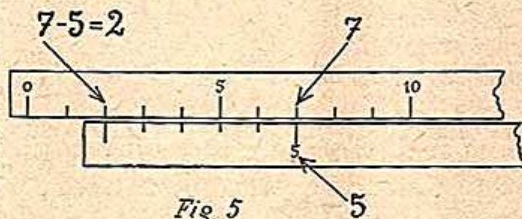


Fig 5

D'autre part, il est un moyen de passer d'un produit à une somme et d'un quotient à une différence : c'est d'utiliser les logarithmes.

<i>Ex. : $a = b \times c$</i>	passage d'un produit à une somme
On a : $\log a = \log b + \log c$	
<i>Ex. : $a = b/c$</i>	passage d'un quotient à une différence
On a : $\log a = \log b - \log c$	

On trouve des tables de logarithmes qui donnent les logarithmes de tous les nombres entiers de 1 à 10.000.

On constitue donc une règle à calculs de la manière suivante. Sur une première règle on porte les logarithmes des nombres 1, 2, 3, 4.....10. Sur une autre (réglette) on porte les logarithmes des mêmes nombres 1, 2, 3, 4.....10. La règle et la réglette sont placées en regard comme dans le cas précédent; les additions ou les soustractions des logarithmes en résultent facilement (fig. 6).

$$\begin{array}{ll}
 \text{Ex. : } x = 4 \times 2 & \log 4 = 0,60206 \\
 \log x = \log 4 + \log 2 & \log 2 = 0,30103 \\
 & \log x = 0,90309
 \end{array}$$

0,90309 correspond à 8 (d'après la table de logarithmes).

$$x = 8$$

On simplifie grandement la besogne en portant sur la règle des longueurs proportionnelles aux logarithmes des nombres et en n'inscrivant pas les valeurs de ces logarithmes (ce qui obligerait pour les calculs à recourir à une table de logarithmes), mais les nombres eux-mêmes (fig. 7).

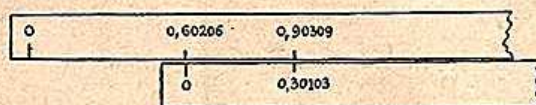


Fig. 6

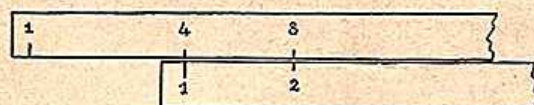


Fig. 7

EMPLOI DE LA RÈGLE

Recommandation importante. — Il convient, avant d'entreprendre les opérations suivantes avec la règle, de bien se familiariser avec sa graduation. Il faut arriver de plus à apprécier les fractions des plus petites divisions. Ne pas oublier que les intervalles de 1 à 5 sont gradués en $\frac{1}{10}$ de division, tandis que les intervalles de 5 à 10 sont gradués en $\frac{1}{5}$ seulement.

Multiplication. — (*Echelles utilisées : 1 et 1' sur règle et réglette*).

Marquer le multiplicande sur l'échelle 1 ou 1' de la règle, en y amenant le trait A du curseur (fig. 8 a). Amener l'extrémité de la réglette qui nécessite le moindre tirage sous le trait A (fig. 8 b). L'extrémité de la règle ou de la réglette correspond aux divisions 1 à gauche et 10 à droite. Sans bouger la réglette, marquer le multiplicateur sur la réglette en y amenant le trait A du curseur (fig. 8 b). Lire en regard sur la règle le produit. (fig. 8 c).]

S'il y a ambiguïté et si l'on hésite à utiliser pour le produit l'échelle 1 ou l'échelle 1' de la règle, évaluer l'ordre de grandeur du produit par un rapide calcul mental : le doute sera levé. Cette manière de procéder est bien préférable à l'application de règles arithmétiques dont l'emploi purement mécanique est parfois recommandé. Non seulement la lecture est faite sur l'échelle convenable, mais la place de la virgule dans le produit est aisément déterminée.

Ex. : multiplier 2,24 par 1,36.

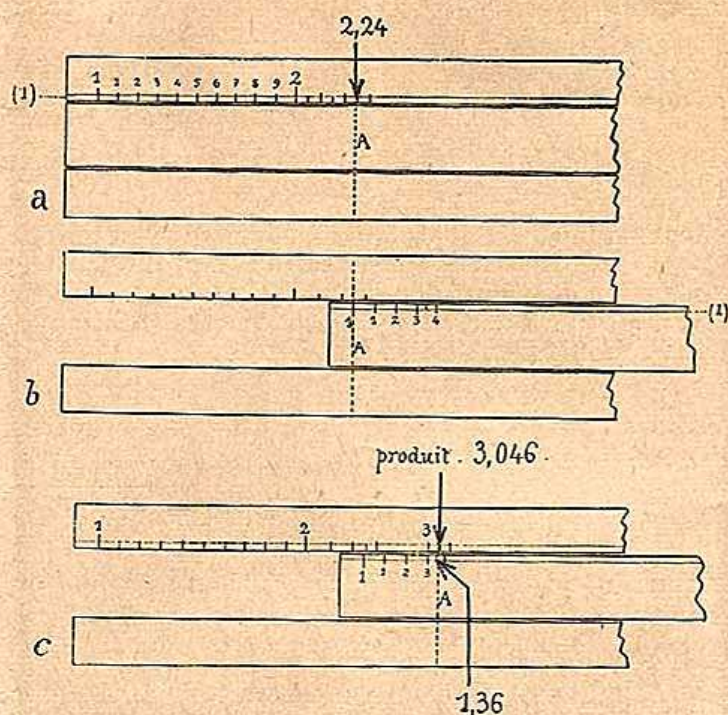


Fig 8

Ex. : multiplier 88,4 par 24,5 (fig. 9).

(En gros 90 par 25 : de l'ordre de 2000).

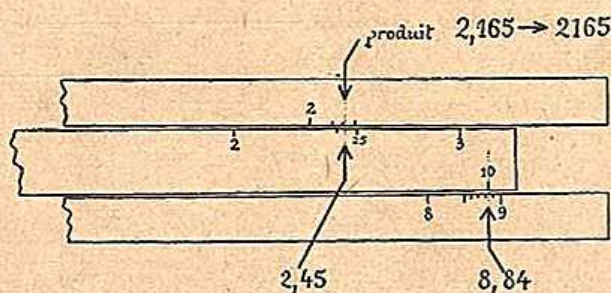


Fig 9

Division. — (Echelles utilisées : 1 et 1', règle et réglette).

Marquer le dividende sur l'échelle 1 ou 1' de la règle en y amenant le trait A. Amener au-dessous du trait A le chiffre du diviseur. Lire le quotient au-dessus de l'extrémité de la réglette. Pour lever l'ambiguïté de lecture, effectuer mentalement et grossièrement le quotient.

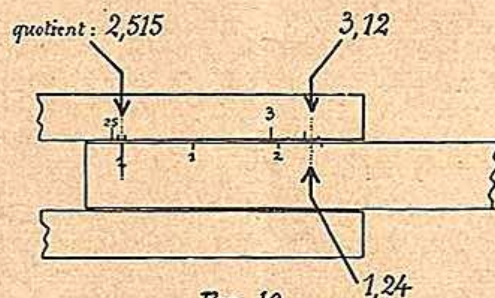
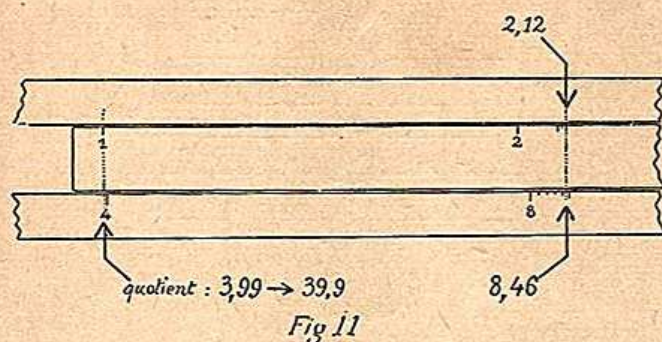


Fig 10

Ex. : 3,12 à diviser par 1,24 (fig. 10).

Ex. : 84,6 à diviser par 21, 2.



Règles de trois. — Calculs de pourcentages. — (Echelles utilisées : 1 et 1', règle et réglette).

Soit l'analyse d'un corps qui conduit aux résultats suivants :

32 g. de chlorure de potassium commercial contiennent :

25 g. de chlorure de potassium,

3 g. de chlorure de sodium,

4 g. d'impuretés calcaires.

Déterminer le pourcentage de ces divers constituants.

Placer l'extrémité de la réglette sur 32, lu sur l'échelle 1 ou 1' de la règle. En regard de 25, 3, 4 sur la règle (échelle 1 ou 1'), lire les chiffres correspondants de 1 ou 1' sur la réglette.

25 ——— 18,15% de chlorure de potassium.

3 ——— 9,35% de chlorure de sodium.

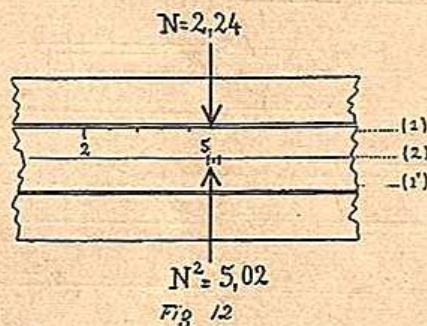
4 ——— 12,50% d'impuretés.

L'extension à tous autres calculs analogues est évidente.

Carrés. — (Echelles utilisées 1, 1' et 2 de la réglette).

Lire le nombre N sur l'échelle 1 ou 1' de la réglette. Amener en regard le trait A du curseur. Lire le carré N^2 sur l'échelle 2, au milieu de la réglette, au-dessous de A.

Ex. : $2,24^2$



Racines carrées. — (Echelles utilisées : 1, 1' et 2 de la réglette).

Lire le nombre N sur l'échelle 2. Amener en regard le trait A du curseur. Lire la racine carrée du N sur l'échelle 1 ou 1' au-dessous du trait de A. Pour lever l'ambiguïté, évaluer très grossièrement la racine carrée de N.

Ex.: $\sqrt{805}$ ($\sqrt{900} = 30$) (fig. 13).

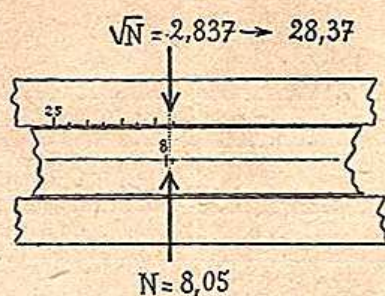


Fig. 13

Puissances quelconques. — (Echelles utilisées : 3, 3' et 2).

Soit à effectuer le calcul $y = x^{N'}$

On a $\log y = N' \log x$

$\log (\log y) = \log N' + \log (\log x)$

Les échelles 3 et 3' sont graduées proportionnellement aux $\log. \log.$ des nombres.

Il convient donc de marquer x sur l'échelle 3 ou 3' de la règle au moyen du trait A du curseur, d'amener en regard une extrémité de la réglette. Amener ensuite le trait A du curseur sur N' lu sur l'échelle 2 de la réglette. Lire enfin au-dessous de A, sur l'échelle 3 ou 3' de la règle, le résultat.

Ex. : $y = 5,2^{1,7}$ (fig. 14).

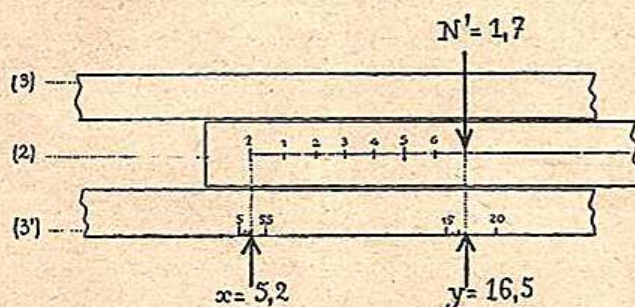


Fig. 14

Sinus. — (Echelles utilisées 1 1' (règle) et S (revers réglette)).

Le revers de la règle est échancré aux extrémités. Amener en regard du repère de l'échancrure de droite l'angle dont on cherche le sinus : angle marqué sur l'une des

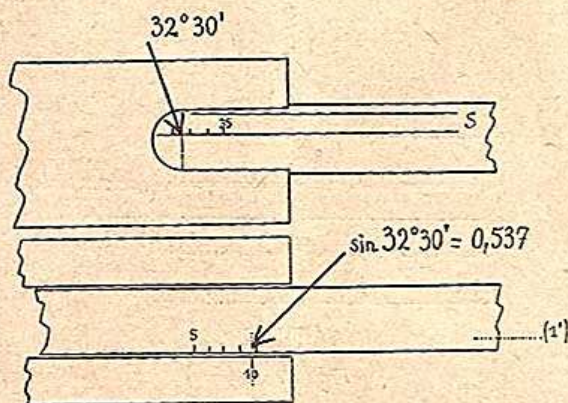


Fig. 15

échelles supérieures du dos de la réglette (échelle S). Retourner la règle et lire le sinus sur la réglette (échelle 1 ou 1') en regard de l'extrémité droite de la règle.

Ex. : sinus $32^{\circ} 30'$ (fig. 15).

Tangentes. — *Echelles utilisées : 1, 1' (règle) et T (revers réglette).*

Procéder de même en utilisant les échelles T du revers de la réglette.

Ex. : $\text{tg } 14^{\circ}10'$ (fig. 16).

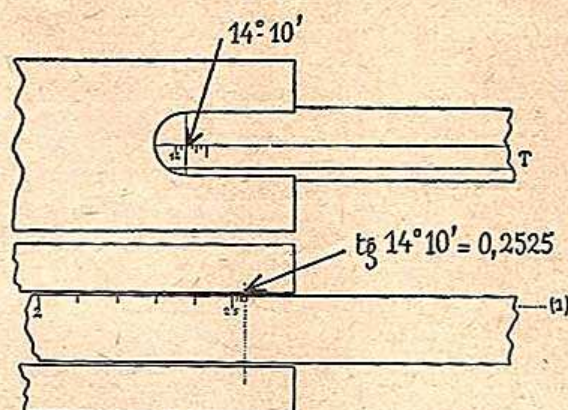


Fig 16

Utilisation des repères des règles et du curseur.

Certains des repères sont d'une utilité évidente: $(\pi, \sqrt{2}, \sqrt{3}, g, J, \frac{1}{J})$, pour tous les calculs en physique générale et les transformations d'unités.

Les repères $^{\circ} \prime \prime$ servent à la transformation des angles en degrés, minutes, secondes en radians et réciproquement.

Ainsi un angle de 25° vaut en radians : $\frac{2 \pi}{360} \times 25$; ce qui revient à diviser 25 par 0.

Un angle de $25^{\circ}48'$ ou $25 \times 60 + 48 = 1548'$ vaut en radians : $\frac{2 \pi}{360 \times 60} \times 1548$, ce qui revient à diviser 1548 par $\prime$, etc.

Remarquons en passant que ces calculs permettent d'obtenir avec une bonne précision les sinus et les tangentes des petits angles, assimilables, comme l'on sait, aux valeurs des angles en radians.

Dans le calcul inverse 0,25 radians vaut $\frac{360 \times 0,25}{2 \pi}$ ce qui revient à multiplier 0,25 par $^{\circ}$, etc.

Les deux traits du curseur B et C distants de $c = \sqrt{\frac{4}{\pi}}$ facilitent les calculs relatifs aux corps ronds. Il suffit de citer les quelques formules suivantes :

Surface d'un cercle de diamètre d : $\left(\frac{d}{c}\right)^2$

(Amener le trait B de droite sur d lu sur l'échelle 1; lire la surface à l'autre trait de gauche C sur l'échelle 2 des carrés).

Surface de la sphère de diamètre d : $\left(\frac{2d}{c}\right)^2$.

Volume du cylindre de hauteur l , à base circulaire de diamètre d : $\left(\frac{d \sqrt{l}}{c}\right)^2$.

Volume du cône de hauteur l , à base circulaire de diamètre d : $\frac{1}{3} \left(\frac{d \sqrt{l}}{c}\right)^2$.

Volume de la sphère de diamètre d : $\frac{1}{3} \left(\frac{d \sqrt{2d}}{c}\right)^2$.

Remarque. — Ces formules sont surtout commodes pour de nombreux calculs "en série". Leur emploi est moins recommandable pour un calcul isolé.

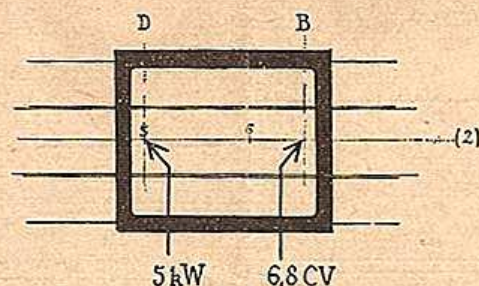


Fig 17

Les traits B et D sont utilisés avec l'échelle 2 de la règle pour la transformation des kW en CV et réciproquement.

Les traits B et D sont distants de 1,36 unité, soit la valeur de 1 kW en CV. (1 kW = 1,36 CV.)

Il en résulte que pour transformer en CV une puissance donnée en kW, il suffit d'amener le trait D sur le chiffre des kW de l'échelle 2; le trait B indique sur la même échelle la puissance en CV.

Ex. : 5 kW = 6,8 CV (fig. 17).

Pour la transformation inverse des CV en kW, il suffit d'amener le trait sur le chiffre des CV lu sur l'échelle 2 et de lire au-dessous du trait D le chiffre des kW sur la même échelle.

M. GINAT

Agrégé des Sciences physiques.